

English abstract of **RU 2 231 482 C1** stated in the Decision to Grant dated 9 October
2008 for the parallel Russian patent application No. 2006 121 517

5

FIELD: air-conditioning systems for flying vehicles. ^ SUBSTANCE: proposed method
consists in optimization of temperature, flow rate and pressure of air in crew cabin
and in passenger cargo salon in the course of ventilation with fresh outside air. Air is
10 compressed by means of compressor of cruise gas-turbine engine and before expansion
close to adiabatic air is cooled by fuel of cruise gas-turbine engine or by counter
flow of outside air. Optimization of temperature is effected by change in flow rate of
air subjected to expansion or flow rate of compressed air cooled by fuel of cruise
15 gas-turbine engine or by counter flow of outside air. To this end, power signal is
formed for electric drive of adjustable unit defining respectively flow rate of air not
subjected to expansion or flow rate of compressed air not to be cooled depending on
sign and magnitude of mismatch of optimal and real magnitudes of air temperature
in cabin and salon and temperature of conditioned air supplied to them. Digital com-
20 puter unit is provided with software for realization of algorithm of forming commands
for control of power signal. Air not subjected to expansion or cooling is fed to crew
cabin or to passenger and cargo salon. Electric drives of adjustable units are connected
to power signal switching devices. Setters of optimal temperature and position of
adjustable units and well sensors used for measuring these parameters are connected
25 to signal digital coding units. Signal switching and connecting devices are connected
with digital electronic computer unit. ^ EFFECT: ensuring vital activity of
passengers and crew under any flying conditions. ^ 18 cl, 3 dwg



(19) RU (11) 2 231 482 (13) C1

(51) МПК⁷ В 64 D 13/00, 13/08, В 60 Н
1/00, 1/26

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2003106289/11, 06.03.2003

(24) Дата начала действия патента: 06.03.2003

(46) Дата публикации: 27.06.2004

(56) Ссылки: WO 96/20109 A1, 04.07.1998. WO
92/00877 A1, 08.09.1992. US 4445342 A,
01.05.1984. RU 1815914 C, 27.09.1992.

(98) Адрес для переписки:
125284, Москва, ул. Поликарпова, 23а, ОАО
"ОКБ Сухого"

(72) Изобретатель: Никифоров А.Н. (RU),
Воронков Г.А. (RU)

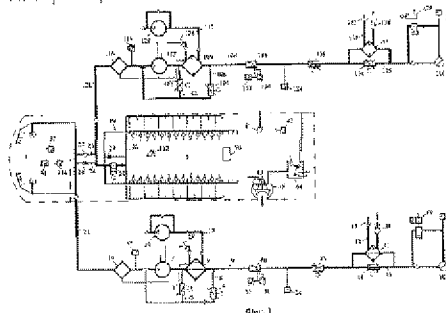
(73) Патентообладатель:
Открытое акционерное общество "ОКБ Сухого"
(RU)

(54) СПОСОБ И СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА НА ЛЕТАТЕЛЬНОМ АППАРАТЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к средствам кондиционирования воздуха на летательном аппарате и решает задачу обеспечения жизнедеятельности экипажа и пассажиров во всем диапазоне режимов полета. В процессе вентиляции свежим заборным воздухом кабины экипажа и грузопассажирского салона оптимизируют температуру, расход и давление воздуха в них. Воздух сжимают компрессором маршевого газотурбинного двигателя и перед расширением, близким к адиабатическому, охлаждают топливом маршевого газотурбинного двигателя либо встречным потоком заборного воздуха. Оптимизацию температуры воздуха осуществляют изменением расхода воздуха, подвергаемого расширению, или расхода сжатого воздуха, охлаждаемого топливом маршевого газотурбинного двигателя либо встречным потоком заборного воздуха. Для этого формируют силовой сигнал на электропривод регулирующего устройства, определяющего соответственно расход воздуха, не подвергаемого расширению, или расход сжатого воздуха, не подвергаемого охлаждению, в зависимости от величины и знака рассогласования оптимального и реального значений температуры воздуха в кабине или в салоне и температуры кондиционированного воздуха, подаваемого в них. Цифровое электронно-вычислительное устройство снабжено программным

обеспечением для реализации алгоритма формирования команд управления силовым сигналом. Воздух, не подвергнутый расширению или охлаждению, подают в кабину экипажа или в грузопассажирский салон. Электроприводы регулирующих устройств подключены к средствам коммутации силовых сигналов. Датчики оптимальных и датчики замеряемых температур и положения регулирующих устройств подключены к средствам цифрового кодирования сигналов. Сами средства коммутации и кодирования сигналов связаны с цифровым электронно-вычислительным устройством. Технический результат — обеспечение жизнедеятельности экипажа и пассажиров во всем диапазоне режимов полета. 2 н. и 16 з.п. ф-лы, 3 ил.



RU 2 231 482 C1

RU 2 231 482 C1



RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 231 482** (13) **C1**
(51) Int. Cl.⁷ **B 64 D 13/00, 13/08, B 60 H**
1/00, 1/26

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2003106289/11, 06.03.2003
(24) Effective date for property rights: 06.03.2003
(46) Date of publication: 27.06.2004
(98) Mail address:
125284, Moskva, ul. Polikarpova, 23a, OAO
"OKB Sukhogo"

(72) Inventor: Nikiforov A.N. (RU),
Voronkov G.A. (RU)
(73) Proprietor:
Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "OKB
Sukhogo" (RU)

(54) METHOD AND SYSTEM FOR CONDITIONING AIR ON BOARD AIRCRAFT

(57) Abstract:

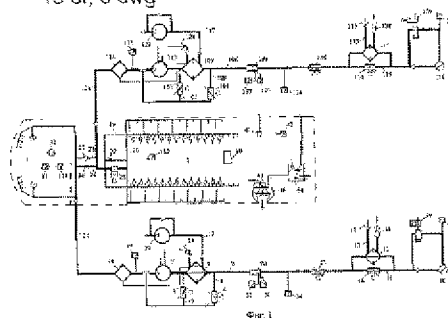
FIELD: air-conditioning systems for flying vehicles.

SUBSTANCE: proposed method consists in optimization of temperature, flow rate and pressure of air in crew cabin and in passenger cargo salon in the course of ventilation with fresh outside air. Air is compressed by means of compressor of cruise gas-turbine engine and before expansion close to adiabatic air is cooled by fuel of cruise gas-turbine engine or by counter flow of outside air. Optimization of temperature is effected by change in flow rate of air subjected to expansion or flow rate of compressed air cooled by fuel of cruise gas-turbine engine or by counter flow of outside air. To this end, power signal is formed for electric drive of adjustable unit defining respectively flow rate of air not subjected to expansion or flow rate of compressed air not to be cooled depending on sign and magnitude of mismatch of optimal and real magnitudes of air temperature in cabin and salon and temperature of conditioned air supplied to them. Digital computer unit is provided with software for realization of algorithm of forming commands

for control of power signal. Air not subjected to expansion or cooling is fed to crew cabin or to passenger and cargo salon. Electric drives of adjustable units are connected to power signal switching devices. Setters of optimal temperature and position of adjustable units and well sensors used for measuring these parameters are connected to signal digital coding units. Signal switching and connecting devices are connected with digital electronic computer unit.

EFFECT: ensuring vital activity of passengers and crew under any flying conditions.

18 cl, 3 dwg



RU 2 231 482 C1

RU 2 231 482 C1

Изобретение относится к средствам обработки воздуха на летательных аппаратах, предназначенные для перевозки пассажиров или грузов.

В описании изобретения по заявке № W0 96/20109 раскрыта система кондиционирования воздуха, содержащая средства регулирования давления воздуха в герметизированных кабине экипажа и грузопассажирском салоне. Система содержит воздухо-воздушные теплообменные аппараты с приемником встречного потока наружного охлаждающего воздуха в продувочном тракте. Аппараты установлены перед расширительной турбиной в магистрали кондиционируемого воздуха. Магистраль сообщает кабину экипажа и грузопассажирский салон с выходом компрессора маршевого газотурбинного двигателя. Система содержит также средства управления приводами регулирующих устройств, в том числе, установленного в перепускном воздуховоде, соединяющем участки магистрали кондиционируемого воздуха перед воздухо-воздушным теплообменным аппаратом и за расширительной турбиной. Способ кондиционирования воздуха на летательном аппарате предусматривает оптимизацию температуры, расхода и давления воздуха в кабине экипажа и грузопассажирском салоне в процессе их вентиляции свежим заборным воздухом. Этот воздух сжимают компрессором маршевого газотурбинного двигателя и перед расширением, близким к адиабатическому, охлаждают встречным потоком заборного воздуха. Средства управления приводами регулирующих устройств раскрыты недостаточно.

Патентуемое изобретение решает задачу обеспечения жизнедеятельности экипажа и пассажиров во всем диапазоне режимов полета.

Патентуемая система кондиционирования воздуха содержит средства регулирования температуры, расхода и давления воздуха в кабине экипажа и грузопассажирском салоне. В магистрали кондиционируемого воздуха, сообщающей герметизированную кабину экипажа и грузопассажирский салон с выходом, хотя бы одной, ступени компрессора маршевого газотурбинного двигателя, перед расширительной турбиной установлены топливовоздушный или воздухо-воздушный теплообменный аппарат с приемником встречного потока наружного охлаждающего воздуха в продувочном тракте. Система содержит средства управления приводами регулирующих устройств. Согласно изобретению электроприводы регулирующих устройств подключены к средствам коммутации силовых сигналов, датчики оптимальных и датчики измеряемых температур и положения регулирующих устройств - к средствам цифрового кодирования, а сами средства коммутации и кодирования сигналов связаны с цифровым электронно-вычислительным устройством, снабженным программным обеспечением для реализации алгоритма формирования команд управления коммутируемыми силовыми сигналами. В перепускном воздуховоде, сообщаемом участку магистрали кондиционируемого воздуха на входе расширительной турбины и

за ней установлено первичное регулирующее устройство, а в перепускном воздуховоде, сообщаемом участку магистрали кондиционируемого воздуха на входе топливовоздушного или воздухо-воздушного теплообменного аппарата завершающего охлаждения кондиционируемого воздуха и за расширительной турбиной, - вторичное регулирующее устройство.

Патентуемый способ кондиционирования воздуха на летательном аппарате предусматривает оптимизацию температуры, расхода и давления воздуха в кабине экипажа и грузопассажирском салоне в процессе их вентиляции свежим заборным воздухом. Этот воздух сжимают компрессором маршевого газотурбинного двигателя и перед расширением, близким к адиабатическому, охлаждают топливом маршевого газотурбинного двигателя или встречным потоком заборного воздуха. Согласно изобретению оптимизацию температуры воздуха в кабине экипажа или в грузопассажирском салоне осуществляют изменением расхода воздуха, подвергаемого расширению, или расхода сжатого воздуха, охлаждаемого топливом маршевого газотурбинного двигателя либо встречным потоком заборного воздуха. Для этого формируют силовой сигнал на электропривод регулирующего устройства, определяющего соответственно расход воздуха, не подвергаемого расширению, или расход сжатого воздуха, не подвергаемого охлаждению топливом маршевого газотурбинного двигателя либо встречным потоком заборного воздуха, в зависимости от величины и знака рассогласования оптимального и реального значений температуры воздуха в кабине экипажа или в грузопассажирском салоне и температуры кондиционированного воздуха, подаваемого в кабину экипажа или грузопассажирский салон. Для формирования сигналов используют цифровое электронно-вычислительное устройство, снабженное программным обеспечением для реализации алгоритма формирования команд управления силовым сигналом. Воздух, не подвергнутый расширению, или воздух, не подвергнутый охлаждению топливом маршевого газотурбинного двигателя либо встречным потоком заборного воздуха, подают в кабину экипажа или в грузопассажирский салон.

Патентуемая система может характеризоваться тем, что в магистрали кондиционируемого воздуха между выходом компрессора маршевого газотурбинного двигателя и топливовоздушным или воздухо-воздушным теплообменным аппаратом завершающего охлаждения установлен воздухо-воздушный теплообменный аппарат начального охлаждения воздуха с приемником встречного потока наружного охлаждающего воздуха в продувочном тракте и регулирующим устройством в перепускном воздуховоде. Электропривод этого регулирующего устройства подключен к средствам коммутации силовых сигналов, а датчик его положения и датчик температуры в магистрали кондиционируемого воздуха между теплообменными аппаратами начального и завершающего охлаждения подключен к средствам цифрового

кодирования сигналов.

При реализации патентуемого способа может быть изменен расход воздуха, подвергаемого расширению после охлаждения его топливом или встречным потоком забортного воздуха, для чего формируют силовой сигнал на электропривод регулирующего устройства, определяющего расход воздуха, не подвергаемого расширению.

При полном открытии регулирующего устройства, определяющего расход воздуха, не подвергаемого расширению после его завершающего охлаждения топливом или встречным потоком забортного воздуха, изменяют расход воздуха, подвергаемого завершающему охлаждению топливом или встречным потоком забортного воздуха. Для этого формируют силовые сигналы на электропривод регулирующего устройства, определяющего расход топлива или воздуха, не подвергаемого завершающему охлаждению после его начального охлаждения встречным потоком забортного воздуха.

При полном открытии регулирующего устройства, определяющего расход воздуха, не подвергаемого завершающему охлаждению топливом или встречным потоком забортного воздуха, изменяют расход воздуха, не подвергаемого начальному охлаждению встречным потоком забортного воздуха. Для этого формируют силовые сигналы на электропривод регулирующего устройства, определяющего расход воздуха, не подвергаемого начальному охлаждению встречным потоком забортного воздуха, в зависимости от величины и знака рассогласования оптимального и реального значений температуры кондиционируемого воздуха между его начальным и завершающим охлаждением встречным потоком забортного воздуха.

Патентуемая система может характеризоваться тем, что в магистрали кондиционируемого воздуха за расширительной турбиной установлен отделитель образовавшегося конденсата, накопитель которого сообщен с входным участком продувочного тракта воздушно-воздушного теплообменного аппарата завершающего охлаждения. Система может характеризоваться также тем, что в продувочный тракт воздушно-воздушного теплообменного аппарата завершающего охлаждения включен загрузочный вентилятор расширительной турбины. В этом случае при завершающем охлаждении кондиционируемого воздуха в охлаждающий забортный воздух встречного потока вводят и испаряют конденсат влаги, выделенный из кондиционируемого воздуха после его расширения.

В патентуемой системе кабина экипажа может быть сообщена с выпускным клапаном средств регулирования давления через грузопассажирский салон. При этом воздух, вентилирующий кабину экипажа, пропускают затем через грузопассажирский салон.

Грузопассажирский салон может быть снабжен коллекторами подачи кондиционированного воздуха на обдув ног пассажиров, индивидуальный обдув головы каждого пассажира, в верхнюю часть салона и в его подпольное пространство. Магистраль

кондиционированного воздуха при этом может быть сообщена с коллектором подачи воздуха в верхнюю часть салона и на индивидуальный обдув головы каждого пассажира непосредственно, а с коллектором подачи воздуха в подпольное пространство и на обдув ног пассажиров - через параллельно включенные ограничитель расхода и отсечной клапан. При вентиляции грузопассажирского салона кондиционированный воздух подают на обдув ног пассажиров, индивидуальный обдув головы каждого пассажира, в верхнюю часть салона и в его подпольное пространство. На режимах охлаждения грузопассажирского салона меньшую часть кондиционированного воздуха подают в подпольное пространство и на обдув ног пассажиров, а на режимах обогрева грузопассажирского салона меньшую часть кондиционированного воздуха подают в верхнюю часть салона и на индивидуальный обдув головы каждого пассажира.

В большинстве случаев, кондиционированный воздух подают в кабину экипажа и грузопассажирский салон раздельно.

В патентуемой системе кабина экипажа и грузопассажирский салон могут быть сообщены с выходами компрессоров разных маршевых газотурбинных двигателей разными магистралями. На участках за отделителями конденсата влаги эти магистрали сообщены между собой двумя воздуховодами. В одном из них установлен ограничитель расхода, а в другом - обратный клапан, открытый в сторону магистрали, сообщенной с кабиной экипажа. В этом случае оптимизацию температуры воздуха в кабине экипажа и грузопассажирском салоне осуществляют независимо друг от друга. Для этого образуют два потока кондиционируемого воздуха от компрессоров двух разных маршевых газотурбинных двигателей. Управляющие силовые сигналы на электроприводы соответствующих регулирующих устройств формируют в зависимости от величины и знака рассогласования оптимального и реального значений температуры воздуха в кабине экипажа и в грузопассажирском салоне и температуры раздельно подаваемого в них кондиционированного воздуха соответствующих потоков.

Наилучшие результаты могут быть достигнуты, если управляющий сигнал на электропривод соответствующего регулирующего устройства, определяющий скорость его движения, формируют при рассогласовании оптимальной и реальной температур воздуха в кабине экипажа или грузопассажирском салоне выходящем за пределы заданной зоны нечувствительности средств регулирования с учетом интегрально накопленных значений рассогласования по температуре в кабине или салоне, скорости изменения температуры кондиционированного воздуха, подаваемого в кабину или салон, и температуры кондиционируемого воздуха перед его завершающим охлаждением встречным потоком забортного воздуха или топливом маршевого двигателя.

Для оптимизации расхода кондиционируемого воздуха в кабину экипажа или грузопассажирский салон управляющий

сигнал на электропривод соответствующего регулирующего устройства, определяющий скорость его движения, целесообразно формировать при величине рассогласования оптимального и реального значений соответствующего расхода, выходящем за пределы заданной зоны нечувствительности средств регулирования, с учетом отношений этого рассогласования и скорости его изменения к оптимальному значению расхода воздуха.

В дальнейшем изобретение поясняется конкретными примерами его выполнения со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых изображены:

фиг.1 - патентуемая система;

фиг.2 - структурно-логическая схема управления системой при оптимизации температуры воздуха в кабине экипажа;

фиг.3 - структурно-логическая схема управления системой при оптимизации расхода воздуха в кабине экипажа;

На фиг.2 и 3 сплошными линиями обозначены электрические связи, а пунктирными - пневматические.

Патентуемая система предназначена для кондиционирования воздуха в герметизированных кабине 1 экипажа и грузопассажирском салоне 2 летательного аппарата. Температуру воздуха в них оптимизируют посредством первичных 3 и 103, вторичных 4 и 104 и третичных 14 и 114 регулирующих устройств. Первичные регулирующие устройства 3 и 103 установлены в перепускных воздуховодах 5 и 105 соответственно. Перепускными воздуховодами 5 и 105 сообщены участки магистралей 6 и 106 кондиционируемого воздуха на входе расширительной турбины соответственно 7 или 107 и за ней. Вторичные регулирующие устройства 4 и 104 установлены в перепускных воздуховодах соответственно 8 и 108, которыми сообщены участки магистралей 6 и 106 на входе воздухо-воздушного теплообменного аппарата 9 или 109 завершающего охлаждения кондиционируемого воздуха и за расширительной турбиной 7 или 107 соответственно. В качестве средства завершающего охлаждения сжатого воздуха может быть использован также топливовоздушный теплообменный аппарат (не показан), в котором кондиционируемый воздух охлаждается жидким топливом, предназначенным для питания маршевого газотурбинного двигателя (не показан). В магистральных 6 и 106 между выходом компрессора 10 или 110 маршевого газотурбинного двигателя и воздухо-воздушным теплообменным аппаратом 9 или 109 установлены воздухо-воздушные теплообменные аппараты 11 и 111 начального охлаждения кондиционируемого воздуха. Приемник 12 или 112 встречного потока наружного охлаждающего воздуха установлен во входном воздуховоде продувочного тракта 13 или 113 соответствующего теплообменного аппарата, а отсасывающий эжектор 38 или 138 - в выходном воздуховоде этого тракта. Отсасывающие эжекторы предназначены для обеспечения охлаждения кондиционируемого воздуха при недостаточности напора встречного потока и подключены воздуховодами питания к магистральям

кондиционируемого воздуха (не показано). Регулирующие устройства 14 и 114 установлены в перепускных воздуховодах 15 и 115. В магистральных 6 и 106 за соответствующей расширительной турбиной установлены отделители 16 и 116 образовавшегося конденсата, в которых накопители воды сообщены с входным участком продувочного тракта 17 и 117 воздухо-воздушного теплообменного аппарата 9 и 109 соответственно, за приемником 28 или 128 встречного потока наружного охлаждающего воздуха. В продувочные тракты 17 и 117 теплообменных аппаратов 9 и 109 включены загрузочные вентиляторы 29 и 129 расширительных турбин 7 и 107 соответственно.

Кабина 1 экипажа сообщена с выпускными клапанами 18 средств регулирования давления через грузопассажирский салон. Грузопассажирский салон 2 снабжен коллектором 19 подачи кондиционированного воздуха на индивидуальный обдув головы и в верхнюю часть салона и коллектором 20 подачи кондиционированного воздуха на обдув ног пассажиров и в подпольное пространство. Магистрали 21 и 121 кондиционированного воздуха сообщены с коллектором 19 непосредственно, а с коллектором 20 через параллельно включенные ограничитель 22 расхода и отсечной клапан 23. Кабина 1 экипажа и грузопассажирский салон 2 сообщены с выходами компрессоров 10 и 110 разных маршевых газотурбинных двигателей разными магистральями 6 и 106. Магистрали 21 и 121 на участках за отделителями 16 и 116 конденсата сообщены воздуховодами 24 и 25. В воздуховоде 24 установлен ограничитель 26 расхода, а в воздуховоде 25 - обратный клапан 27, открытый в сторону магистрали 21, непосредственно сообщенной с кабиной экипажа.

Цифровое электронно-вычислительное устройство 30 предназначено для формирования команд управления коммутируемыми силовыми сигналами приводов регулирующих устройств, для чего оно снабжено соответствующим программным обеспечением. Электроприводы регулирующих устройств 3, 103, 4, 104, 14, 114 подключены к средствам (не показаны) коммутации силовых сигналов. К средствам (не показаны) цифрового кодирования подключены датчики положения регулирующих устройств 3, 103, 4, 104, задатчики 31 и 131 оптимальных температур в кабине 1 и салоне 2 соответственно датчик 32 температуры в кабине 1, датчик 132 температуры в салоне 2, датчик 33 температуры воздуха в магистрали 6 за турбиной 7, датчик 133 температуры воздуха в магистрали 106 за турбиной 107, датчик 34 температуры воздуха в магистрали 6 за теплообменным аппаратом 11, датчик 134 температуры воздуха в магистрали 106 за теплообменным аппаратом 111. Сами средства коммутации и кодирования связаны с цифровым электронно-вычислительным устройством 30. В магистральных 6 и 106 установлены, кроме того, регулирующие устройства 35, 135, предназначенные для корректировки расхода кондиционируемого воздуха. Измеритель расхода воздуха в магистрали 6 или 106 включает в себя кроме

датчика 34 или 134 датчик 36 или 136 абсолютного давления кондиционируемого воздуха в магистрали и датчик 37 или 137 динамического перепада давлений в сужающем устройстве (трубке Вентури) 80 или 180. Электроприводы регулирующих устройства 35, 135 также подключены к средствам коммутации силовых сигналов, а датчики 36, 136, 37, 137 - к средствам цифрового кодирования. К средствам цифрового кодирования, кроме того, подключены датчик 41 атмосферного давления, датчик 42 давления воздуха в кабине 1 и салоне 2 и датчик 43 положения рабочего органа выпускного клапана 18. Электропневматический преобразователь 44 регулирует питание рабочей камеры клапана 18 воздухом из салона 2 и сброс этого воздуха за борт летательного аппарата.

К средствам коммутации силовых сигналов подключены также электроприводы преобразователя 44 и клапанов 39 и 139, обеспечивающих переключение на отбор воздуха от ступеней более высокого давления компрессоров 10 и 110. Переключение происходит при соответствующих изменениях показаний сигнализаторов 40 и 140 давления воздуха за ступенями более высокого давления компрессоров.

Свежий забортный воздух сжимают компрессорами 10 и 110 маршевых газотурбинных двигателей. Перед расширением, близким к адиабатическому, турбинами 7 и 107 кондиционируемый воздух может быть охлажден встречным потоком забортного воздуха в теплообменных аппаратах 11, 111 и 9, 109. После расширения, сопровождающегося понижением температуры, из кондиционируемого воздуха отделяют образовавшийся конденсат влаги, который подают на вход продувочных трактов 17 и 117 теплообменных аппаратов 9 и 109.

При оптимизации температуры воздуха в, например, кабине 1 в цифровом электронно-вычислительном устройстве 30 формируют следующие неаппаратные блоки:

блок 45 - рассогласование температур воздуха в кабине выходит за пределы заданной зоны нечувствительности средств регулирования,

блок 46 учитываемого значения рассогласования температур воздуха в кабине,

блок 47 учитываемого значения интеграла рассогласований температур воздуха в кабине,

блок 48 задания температуры воздуха, подаваемого в кабину,

блок 49 рассогласования температур воздуха, подаваемого в кабину,

блок 50 - рассогласование температур воздуха, подаваемого в кабину, выходит за пределы заданной зоны нечувствительности средств регулирования,

блок 51 учитываемого значения рассогласования температур воздуха, подаваемого в кабину,

блок 52 учитываемого значения скорости изменения рассогласования температур воздуха, подаваемого в кабину,

блок 53 учитываемого значения скорости изменения температуры воздуха после его начального охлаждения забортным воздухом,

блок 54 суммирования компенсируемых

рассогласований температур воздуха,

блок 55 - первичное регулирующее устройство, открыто не полностью,

блок 56 - есть рассогласование заданной и реальной температур воздуха, подаваемого в кабину,

блок 57 - вторичное регулирующее устройство открыто,

блок 58 - вторичное регулирующее устройство, открыто не полностью,

блок 59 - есть рассогласование заданной и реальной температур воздуха, подаваемого в кабину,

блок 60 - третичное регулирующее устройство открыто,

блок 61 задания скорости движения

первичного регулирующего устройства,

блок 62 задания скорости движения

вторичного регулирующего устройства,

блок 63 задания температуры воздуха после его начального охлаждения забортным воздухом,

блок 64 рассогласования заданной и реальной температур воздуха после его начального охлаждения забортным воздухом,

блок 65 - рассогласование температур воздуха после его начального охлаждения забортным воздухом выходит за пределы заданной зоны нечувствительности средств регулирования,

блок 66 учитываемого значения рассогласования температур воздуха после его начального охлаждения забортным воздухом,

блок 67 учитываемого значения изменения температуры воздуха после его начального охлаждения забортным воздухом,

блок 68 суммы учитываемых значений скорости изменения и компенсируемого рассогласования температур воздуха после его начального охлаждения забортным воздухом,

блок 69 задания скорости движения третичного регулирующего устройства.

При оптимизации расхода воздуха в, например, кабине 1 в цифровом электронно-вычислительном устройстве 30 формируют следующие неаппаратные блоки:

блок 70 определения реального расхода воздуха в кабину,

блок 71 задания оптимального расхода воздуха в кабину,

блок 72 - рассогласование расхода воздуха в кабину выходит за пределы заданной зоны нечувствительности средств регулирования,

блок 73 учитываемого значения рассогласования расходов воздуха в кабину,

блок 74 учитываемого значения относительного рассогласования расходов воздуха в кабину,

блок 75 учитываемого значения скорости относительного изменения расхода воздуха в кабину,

блок 76 задания скорости движения устройства, регулирующего расход воздуха в кабину.

Кондиционированный воздух подают одновременно в кабину экипажа и грузопассажирский салон. Воздух, вентилирующий кабину экипажа, сбрасывают через грузопассажирский салон. Оптимизацию температуры воздуха в кабине экипажа и грузопассажирском салоне осуществляют независимо друг от друга. Для

этого формируют два потока кондиционируемого воздуха - по магистралям 6-21 и 106-121 от компрессоров 10 и 110 двух разных маршевых газотурбинных двигателей. Силовые сигналы на приводы соответствующих регулирующих устройств формируют в зависимости от величины и знака рассогласования оптимального и реального значений температуры воздуха в кабине экипажа и в грузопассажирском салоне и температуры раздельно подаваемого в них кондиционируемого воздуха соответствующих потоков.

Оптимизацию температуры воздуха в кабине 1 и салоне 2 осуществляют изменением расхода воздуха, подвергаемого расширению, или расхода сжатого воздуха при его охлаждении встречным потоком заборного воздуха либо топливом маршевого газотурбинного двигателя. Для этого формируют силовые сигналы на приводы соответствующих регулирующих устройств. Сигналы зависят от величины и знака рассогласования оптимального и реального значений температуры воздуха в кабине экипажа и в грузопассажирском салоне и температуры кондиционируемого воздуха, подаваемого в кабину экипажа и грузопассажирский салон. При рассогласовании, выходящем за пределы заданной зоны нечувствительности средств регулирования, сначала изменяют расход воздуха через турбины 7 и 107 после охлаждения его в теплообменных аппаратах 11, 111, 9, 109. Для этого формируют сигналы на электроприводы регулирующих устройств 3 и 103. При полном открытии регулирующих устройств 3 и 103 изменяют расход воздуха через теплообменные аппараты 9 и 109. Для этого формируют силовые сигналы на электроприводы регулирующих устройств 4 и 104. При полном открытии также и регулирующих устройств 4 и 104 изменяют расход воздуха через теплообменные аппараты 11 и 111. Для этого формируют силовые сигналы на приводы регулирующих устройств 14 и 114 в зависимости от температуры воздуха между теплообменными аппаратами 9, 11 и 109, 111 соответственно. При завершающем охлаждении кондиционируемого воздуха в охлаждающий заборный воздух встречного потока вводят конденсат влаги, выделенной из кондиционируемого воздуха после его расширения.

Силовые сигналы на приводы регулирующих устройств 3, 103, 4, 104, 14, 114 определяют скорость их движения. Сигналы для оптимизации температуры воздуха в кабине 1 и в салоне 2 формируют при рассогласовании соответствующих оптимальной и реальной температур воздуха, выходящем за пределы заданной зоны нечувствительности средств регулирования, с учетом интегрально накопленных значений рассогласования по температуре в кабине или салоне и скоростей изменения температуры кондиционированного воздуха и температуры воздуха перед его завершающим охлаждением встречным потоком заборного воздуха.

Для оптимизации расхода кондиционируемого воздуха сигнал на привод соответствующего регулирующего устройства 35, 135 формируют при величине

рассогласования оптимального и реального значений расхода воздуха, выходящем за пределы заданной зоны нечувствительности средств регулирования, с учетом отношений этого рассогласования и скорости его изменения к оптимальному значению расхода воздуха.

При вентиляции грузопассажирского салона кондиционированный воздух подают через коллекторы 19 и 20 на обдув ног и индивидуальный обдув головы каждого пассажира, в верхнюю часть салона и в его подпольное пространство. На режимах охлаждения грузопассажирского салона меньшую часть кондиционированного воздуха подают в подпольное пространство и на обдув ног пассажиров. На режимах обогрева грузопассажирского салона меньшую часть кондиционированного воздуха подают в верхнюю часть салона и на индивидуальный обдув головы каждого пассажира.

Формула изобретения:

1. Способ кондиционирования воздуха на летательном аппарате, предусматривающий оптимизацию температуры, расхода и давления воздуха в кабине экипажа и грузопассажирском салоне в процессе их вентиляции свежим заборным воздухом, который сжимают компрессором маршевого газотурбинного двигателя и перед расширением, близким к адиабатическому, охлаждают топливом маршевого газотурбинного двигателя или встречным потоком заборного воздуха, отличающийся тем, что оптимизацию температуры воздуха в кабине экипажа или в грузопассажирском салоне осуществляют изменением расхода воздуха, подвергаемого расширению, или расхода сжатого воздуха, охлаждаемого топливом маршевого газотурбинного двигателя либо встречным потоком заборного воздуха, для чего формируют силовой сигнал на электропривод регулирующего устройства, определяющего, соответственно, расход воздуха, не подвергаемого расширению, или расход сжатого воздуха, не подвергаемого охлаждению топливом маршевого газотурбинного двигателя либо встречным потоком заборного воздуха, в зависимости от величины и знака рассогласования оптимального и реального значений температуры воздуха в кабине экипажа или в грузопассажирском салоне и температуры кондиционированного воздуха, подаваемого в кабину экипажа или грузопассажирский салон, для чего используют цифровое электронно-вычислительное устройство, снабженное программным обеспечением для реализации алгоритма формирования команд управления силовым сигналом, и подают воздух, не подвергнутый расширению, или воздух, не подвергнутый охлаждению топливом маршевого газотурбинного двигателя либо встречным потоком заборного воздуха, в кабину экипажа или в грузопассажирский салон.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что расход воздуха, подвергаемого завершающему охлаждению топливом или встречным потоком заборного воздуха, изменяют при полном открытии регулирующего устройства, определяющего расход воздуха, не подвергаемого расширению после его завершающего

охлаждения топливом или встречным потоком забортного воздуха, для чего формируют силовые сигналы на электропривод регулирующего устройства, определяющего расход топлива или воздуха, не подвергаемого завершающему охлаждению после его начального охлаждения встречным потоком забортного воздуха.

3. Способ по п.2, отличающийся тем, что расход воздуха, не подвергаемого начальному охлаждению встречным потоком забортного воздуха, изменяют при полном открытии регулирующего устройства, определяющего расход воздуха, не подвергаемого завершающему охлаждению топливом или встречным потоком забортного воздуха, для чего формируют силовые сигналы на электропривод регулирующего устройства, определяющего расход воздуха, не подвергаемого начальному охлаждению встречным потоком забортного воздуха, в зависимости от величины и знака рассогласования оптимального и реального значений температуры кондиционируемого воздуха между его начальным и завершающим охлаждением встречным потоком забортного воздуха.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что при завершающем охлаждении кондиционируемого воздуха в охлаждающий забортный воздух встречного потока вводят конденсат влаги, выделенной из кондиционируемого воздуха после его расширения.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что при вентиляции грузопассажирского салона кондиционированный воздух подают на обдув ног и индивидуальный обдув головы каждого пассажира, в верхнюю часть салона и в его подпольное пространство, при том, что на режимах охлаждения грузопассажирского салона меньшую часть кондиционированного воздуха подают в подпольное пространство и на индивидуальный обдув ног пассажиров, а на режимах его обогрева меньшую часть кондиционированного воздуха подают в верхнюю часть салона и на индивидуальный обдув головы каждого пассажира.

6. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что кондиционированный воздух подают одновременно непосредственно в кабину экипажа и в грузопассажирский салон.

7. Способ по п.6, отличающийся тем, что оптимизацию температуры воздуха в кабине экипажа и грузопассажирском салоне осуществляют независимо друг от друга, для чего создают два потока кондиционируемого воздуха, сжатого компрессорами двух разных маршевых газотурбинных двигателей, и формируют силовые сигналы на электроприводы соответствующих регулирующих устройств в зависимости от величины и знака рассогласования оптимального и реального значений температуры воздуха в кабине экипажа и в грузопассажирском салоне и температуры раздельно подаваемого в них кондиционируемого воздуха соответствующих потоков.

8. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что силовые сигналы на электропривод соответствующего регулирующего устройства, определяющие скорость его движения, формируют при

рассогласовании оптимальной и реальной температур воздуха в кабине или салоне, выходящем за пределы заданной зоны нечувствительности средства регулирования, с учетом интегрально накопленных значений этого рассогласования, скорости изменения температуры кондиционированного воздуха, подаваемого в кабину или салон, и температуры кондиционируемого воздуха перед его завершающим охлаждением топливом маршевого газотурбинного двигателя либо встречным потоком забортного воздуха.

9. Способ по п.1, отличающийся тем, что для оптимизации расхода кондиционируемого воздуха силовые сигналы на электропривод соответствующего регулирующего устройства, определяющие скорость его движения, формируют при величине рассогласования оптимального и реального значений расхода воздуха в кабину или салон, выходящем за пределы заданной зоны нечувствительности средства регулирования, с учетом отношений этого рассогласования и скорости его изменения к оптимальному значению расхода воздуха.

10. Система кондиционирования воздуха, содержащая средства регулирования температуры, расхода и давления воздуха в герметизированных кабине экипажа и грузопассажирском салоне, включающие топливозвоздушный или воздухо-воздушный теплообменный аппарат с приемником встречного потока наружного охлаждающего воздуха в продувочном тракте, установленные перед расширительной турбиной в магистрали кондиционируемого воздуха, сообщающей кабину экипажа и грузопассажирский салон с выходом, хотя бы одной ступени компрессора маршевого газотурбинного двигателя, и средства управления приводами регулирующих устройств, отличающаяся тем, что электроприводы регулирующих устройств подключены к средствам коммутации силовых сигналов, задатчики оптимальных и датчики измеряемых температур и положения регулирующих устройств - к средствам цифрового кодирования, а сами средства коммутации и кодирования сигналов связаны с цифровым электронно-вычислительным устройством, снабженным программным обеспечением для реализации алгоритма формирования команд управления коммутируемыми силовыми сигналами.

11. Система по п.10, отличающаяся тем, что в перепускном воздуховоде, сообщаемом участки магистрали кондиционируемого воздуха на входе расширительной турбины и за ней, установлено первичное регулирующее устройство, а в перепускном воздуховоде, сообщаемом участки магистрали кондиционируемого воздуха на входе топливозвоздушного или воздухо-воздушного теплообменного аппарата завершающего охлаждения кондиционируемого воздуха и за расширительной турбиной, - вторичное регулирующее устройство.

12. Система по п.11, отличающаяся тем, что в магистрали кондиционируемого воздуха между выходом компрессора маршевого газотурбинного двигателя и топливозвоздушным или воздухо-воздушным теплообменным аппаратом завершающего охлаждения установлен воздухо-воздушный

теплообменный аппарат начального охлаждения воздуха с приемником встречного потока наружного охлаждающего воздуха в продувочном тракте и регулирующим устройством в перепускном воздуховоде, при том, что электропривод этого регулирующего устройства подключен к средствам коммутации силовых сигналов, а датчик его положения и датчик температуры в магистрали кондиционируемого воздуха между теплообменными аппаратами начального и завершающего охлаждения подключен к средствам цифрового кодирования сигналов.

13. Система по п.11, отличающаяся тем, что в магистрали кондиционируемого воздуха за расширительной турбиной установлен отделитель образовавшегося конденсата, накопитель которого сообщен с входным участком продувочного тракта теплообменного аппарата завершающего охлаждения.

14. Система по п.11, отличающаяся тем, что кабина экипажа сообщена с выпускным клапаном средства регулирования избыточного давления через грузопассажирский салон.

15. Система по п.11, отличающаяся тем, что грузопассажирский салон снабжен коллекторами подачи кондиционированного воздуха на обдув ног и индивидуальный

обдув головы каждого пассажира, в верхнюю часть салона и в его подпольное пространство.

16. Система по п.15, отличающаяся тем, что магистраль кондиционированного воздуха сообщена с коллектором подачи воздуха в верхнюю часть салона и на индивидуальный обдув головы каждого пассажира непосредственно, а с коллектором подачи воздуха в подпольное пространство и на обдув ног пассажиров - через параллельно включенные ограничитель расхода и отсекающий клапан.

17. Система по п.11, отличающаяся тем, что кабина экипажа и грузопассажирский салон сообщены с выходами компрессоров разных маршевых газотурбинных двигателей разными магистралями, которые на участках за отделителями конденсата сообщены между собой двумя воздухопроводами, в одном из которых установлен ограничитель расхода, а в другом - обратный клапан, открытый в сторону магистрали, сообщенной с кабиной экипажа.

18. Система по любому из пп.11-17, отличающаяся тем, что в продувочный тракт воздухо-воздушного теплообменного аппарата завершающего охлаждения включен загрузочный вентилятор расширительной турбины.

30

35

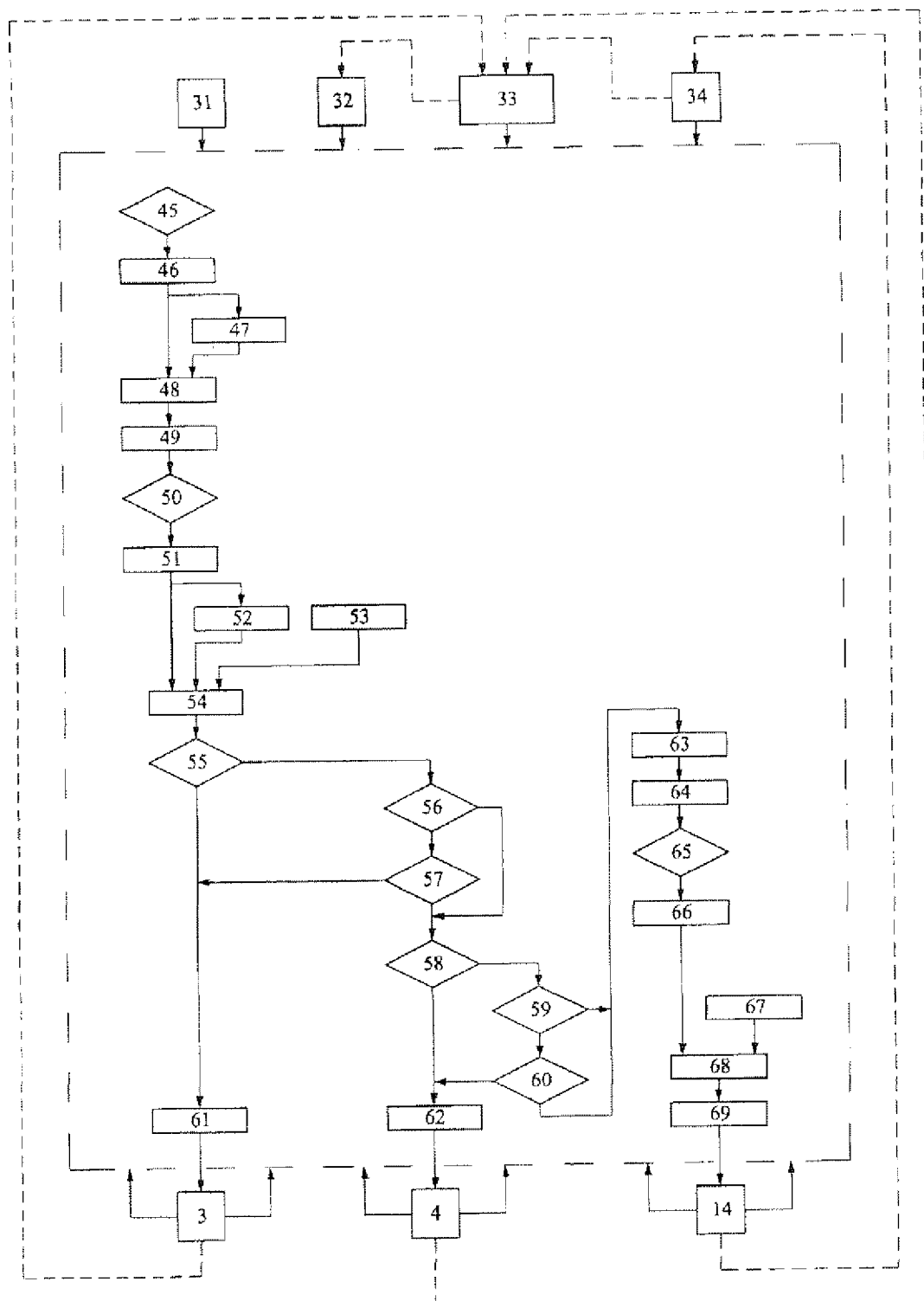
40

45

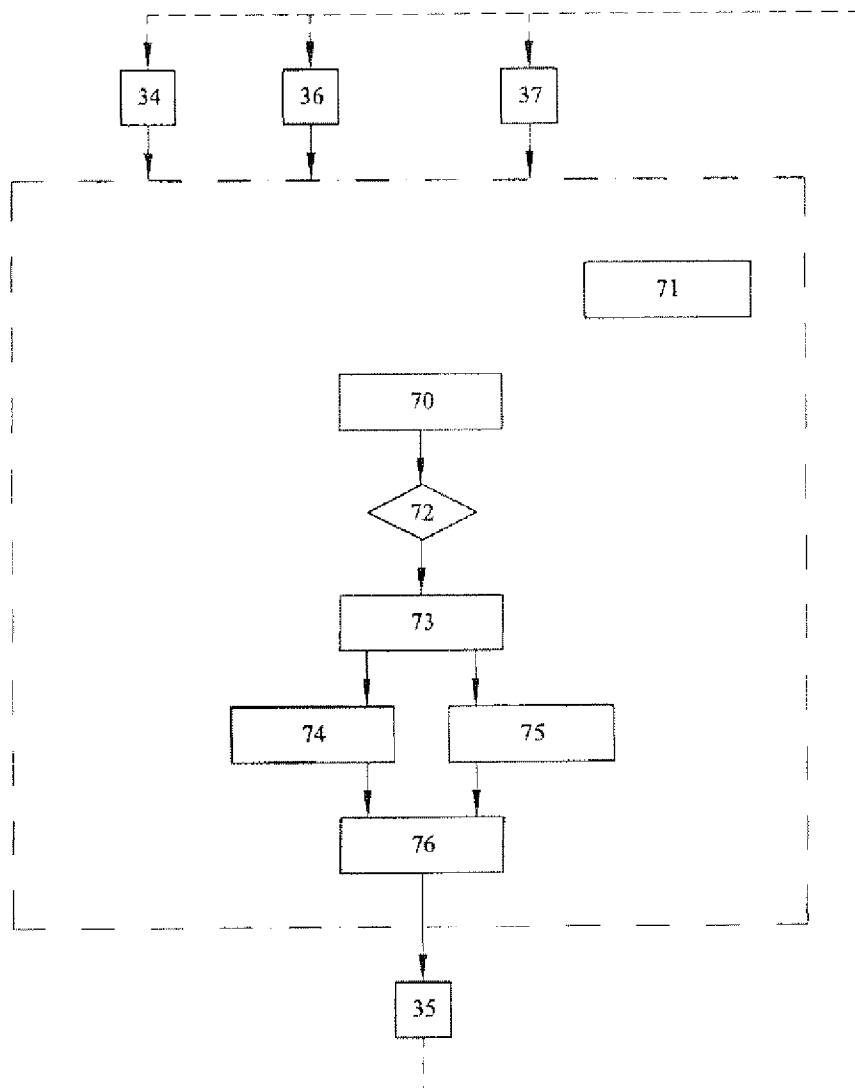
50

55

60



Фиг. 2



Фиг. 3